

APLICACIONES DE LA BIESTABILIDAD ÓPTICA

M.A. Muriel, J. A. Martín Pereda
E.T.S.I. Telecomunicación
Universidad Politécnica de Madrid
Ciudad Universitaria
Madrid - 3

ABSTRACT

The main application of hybrid Optical Bistables devies to Optical Communication and Optical Computing are reported. The employed nonlinear has been liquid crystal that modelizes very well the general behaviour of OBD's.

INTRODUCCION

Uno de los avances científicos más significativos de los últimos años, ha sido la Biestabilidad Optica (B.O.). La importancia de su descubrimiento es comparable con las del transistor y laser. De hecho algunos autores han indicado que la B.O. imbrica al transistor y al laser.

La B.O. se sitúa dentro de un campo más extenso, llamado sistemas ópticos no lineales (que no se debe confundir con la óptica no lineal). Esta no linealidad óptica se inscribe a su vez dentro del área de sistemas realimentados.

Un sistema O.B. admite dos salidas diferentes para una misma entrada en función de la evolución anterior de dicho sistema.

Como ya se ha indicado, esta no linealidad viene dada por la realimentación que puede ser intrínseca o extrínseca. Esta división da lugar a los dos tipos de B.O.:

-B.O. intrínseca o pura, donde la realimentación se lo gra mediante un Fabry-Perot. Los inconvenientes más importantes son la elevada intensidad requerida y la necesidad de trabajar con radiación coherente.

- B.O. extrínseca o híbrida, donde la realimentación se obtiene mediante un bucle electrónico externo.

BIESTABLE OPTICO HIBRIDO

La base de un dispositivo biestable óptico híbrido (BOH), es la configuración mostrada en la Fig.1

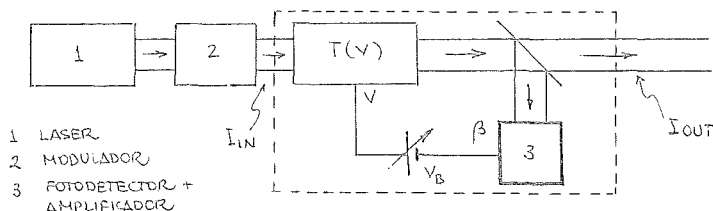


FIG.1

El material electroóptico no lineal es en este caso una célula de cristal líquido. La configuración molecular más empleada es la torsionada en 90° con cristal líquido nemático de anisotropía dieléctrica positiva. Este tipo de estructura tiene la propiedad de que una radiación que incide con una dirección de polarización que sea la misma de la del eje principal de la moléculas de la cara frontal de la célula, aparecerá a la salida de la misma polarizada ortogonalmente a como entró. En el caso que nos ocupa ahora la raíz del funcionamiento como BOH se basa en su curva de transmisión luminosa en función del voltaje aplicado. Como es lógico, esta curva dependerá de como estén situados los polarizadores de entrada y de salida, siendo en todos los casos ampliamente conocidos por la literatura del tema.

Si mediante un divisor de haz, se toma parte de la radiación de salida y se hace incidir sobre un elemento sensible a la luz, como puede ser un fotodiodo o un fototransistor, se obtendrá una señal eléctrica proporcional a la intensidad de luz de salida. Si esta señal, conjuntamente con una cierta tensión de polarización V_B , se lleva a las

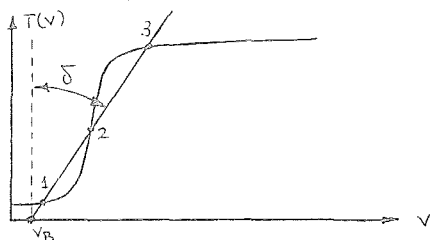
placas conductoras transparentes de la célula de cristal líquido, se habrá conseguido una realimentación que es la base de la B.O.

COMPORTAMIENTO OPTICO DE UN B.O.H.

Las ecuaciones que gobiernan el comportamiento del sistema, son sencillas. La relación entre la radiación de salida y la de entrada vendrá dada por $I_{out} = T(V) I_{in}$ mientras que la tensión aplicada a la célula de nemático será

$V = V_B + \beta I_{out}$ donde β es, esencialmente, un parámetro que da la realimentación del sistema. Esta última expresión puede escribirse como $V = V_B + \beta \left(\frac{I_{out}}{I_{in}} \right) I_{in}$ que no es sino $V = V_B + \beta I_{in} T(V)$

Esta última ecuación, que es una recta en un diagrama $T(V)-V$ aparece en la Fig. 2



$$\delta = \arctg(\beta I_{in})$$

FIG. 2

Como puede apreciarse, un hecho es el más importante: su pendiente es función del producto βI_{in} . Intensidades de entrada muy bajas, se corresponderán con pendientes casi de 90° con el eje de abscisas, mientras muy altas harán que se aproximen a la horizontalidad. Esto es, su pendiente no es sino $\arctg(\beta I_{in})$. Este hecho, como veremos más adelante, es de capital importancia.

Como puede apreciarse para la recta de la Fig. 2, en un caso particular, cortará a la curva $T(V)-V$ en tres puntos, que serían los tres posibles puntos de trabajo del sistema. De ellos, sólo el 1 y el 3 son estables, mientras que el 2 es inestable. Estos tres puntos pueden quedar reducidos

a uno sólo, según sea la pendiente de la recta.

Si de acuerdo con lo anterior, se introduce una intensidad variable, el resultado, en un diagrama I_{OUT}/I_{IN} (que no es sino $V(V)$) en función de I_{IN} , será un ciclo de histéresis, que queda aún más claro, si se representa I_{OUT} en función de I_{IN} . (Fig. 3).

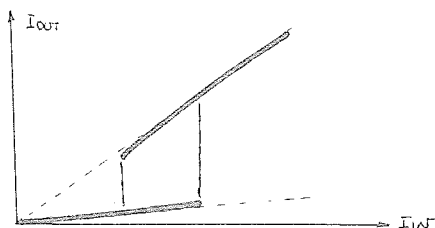


FIG. 3

Con un sistema como éste es posible conseguir una serie de funciones que hasta ahora eran puramente electrónicas. La primera, Fig. 4 es una de las que creemos puede tener más interés para Comunicaciones Ópticas.

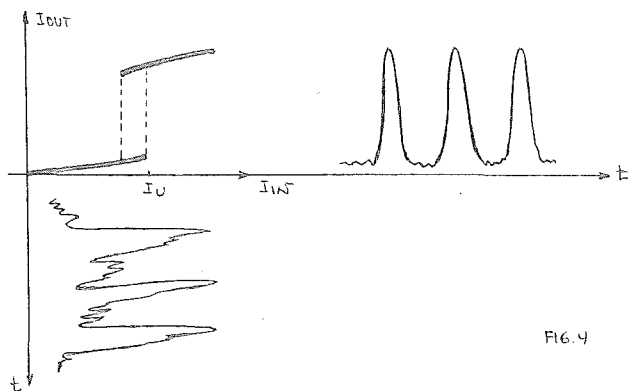


FIG. 4

Se trata de su empleo como supresor de ruido. Suponiendo que el ciclo de histéresis ha reducido su área hasta ser casi una simple línea, lo que puede hacerse con una adecuada elección de V_B , tiene un comportamiento tal que, señales

ópticas inferiores a una determinada, en nuestro caso I_u , se corresponden con una transmisión baja, con lo que son eliminadas. Por el contrario, las superiores pasarán a transmisión alta y serán transmitidas sin apenas atenuación. El ruido, en consecuencia, ha sido reducido.

Una aplicación adicional, y que constituye la base para su posible uso en Computadores Ópticos, es la formación de puertas lógicas. En la Fig. 5 se muestran las dos posibles

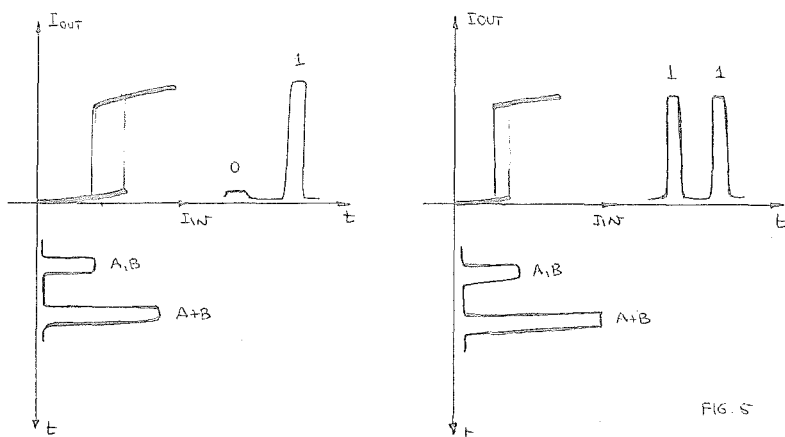


FIG. 5

formas de trabajo como funciones AND y OR. Igual que en el caso anterior, su funcionamiento queda claro de acuerdo con los conceptos ya vistos.

De análoga forma memorias óptica y conformadores de pulsos ópticos pueden ser también realizados.